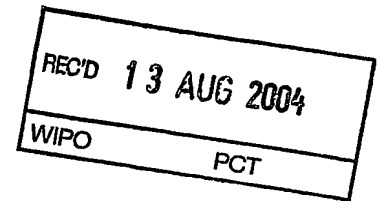


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 28 354.4

Anmeldetag: 24. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: Dr.-Ing. Robert R i e n e r, 85591 Vaterstetten/DE;
Dr.med. Rainer B u r g k a r t, 80469 München/DE

Bezeichnung: Interaktiver Geburtensimulator mit Kraftmessung

IPC: G 09 B 23/30

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 16. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Letang



2

Zusammenfassung

5

10

Die Erfindung betrifft einen interaktiven Geburtensimulator zum Nachbilden der menschlichen Schwangerschaft und des Geburtsvorganges, wobei der Geburtensimulator nachfolgende Merkmale aufweist: Ein Mutterleibstorso 1, ein Kindmodell 2, das in dem Mutterleibstorso 1 angeordnet ist, wobei vorzugsweise natürliche Form-, Größen- und Lageverhältnisse eingehalten werden, und in dem Kindmodell 2 eine Kraftmeßvorrichtung 6 integriert ist, um die Bedienerkräfte zu erfassen und die daraus resultierende Kindsbewegung und physiologischen Daten von Mutter und Kind unmittelbar graphisch und akustisch anzuzeigen.

Interaktiver Geburtensimulator mit Kraftmessung

- 10 Die Erfindung betrifft einen Geburtensimulator zum Nachbilden von vorgeburtlichen Behandlungsmethoden und zur Simulation ausgewählter Situationen beim Geburtsvorgang.

- Die Ausbildung von Hebammen und Gynäkologen ist sehr aufwendig, da die Ausbildung aus verschiedenen Gründen nur sehr eingeschränkt an der Gebärenden selbst vorgenommen werden kann. Gerade in komplexen Notfallsituationen ist es nicht möglich oder
- 15 ethisch vertretbar, unerfahrene Personen in die Geburtshilfe aktiv einzubeziehen. Weiterhin treten die unterschiedlichsten Problemfälle oft nicht vorhersehbar auf. So müssen Hebammen und Gynäkologen über lange Zeiträume relativ passiv bei Geburten anwesend sein. Erst wenn die passive Ausbildung sehr weit fortgeschritten ist, kann mit der aktiven
- 20 Ausbildung begonnen werden. Dabei müssen alle Handlungen von erfahrenem medizinischen Fachpersonal überwacht werden, um das Restrisiko für Mutter und Kind gering zu halten.

- Um die gynäkologische Ausbildung zu unterstützen, werden körperliche Modelle, Filme
- 25 und Computeranimationen verwendet. Es gibt zusammensetzbare hartplastische Modelle, die eine räumliche Veranschaulichung anatomischer, physiologischer oder pathologischer Zusammenhänge ermöglichen. Es sind weiterhin weichelastische Modelle bekannt, die menschliche taktile Eigenschaften möglichst gut nachbilden sollen, d. h., in einem anatomiegerechten Mutterleib ist eine deformierbare Kinderpuppe angeordnet.

Die auszubildenden Hebammen und Gynäkologen können somit diese Modelle anfassen und bestimmte Grundhandgriffe üben und sich die räumlichen Zusammenhänge, wie z. B. Kindslagen, einprägen.

Da die aus dem Stand der Technik bekannten körperlichen Modelle, Filme oder Computeranimationen nur unzureichend für die realitätsnahe Ausbildung geeignet sind, besteht die Aufgabe der Erfindung in der Schaffung einer Vorrichtung zur Geburtensimulation, an der die Handgriffe für die Geburtshilfe gegenüber dem Stand der Technik wesentlich effektiver erlernt oder trainiert werden können.

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung zur Geburtensimulation nach Anspruch 1 gelöst.

- 10 Ein Mutterleibstorso aus vorzugsweise weichelastischem Kunststoff oder einem Material mit vergleichbaren Eigenschaften, der eine natürliche Form und Härte und somit Haptik aufweist, hat eine Gebärmutterhöhlung aus einem gummielastischen Material. Die Gebärmutterhöhlung ist so ausgebildet, daß in ihr ein Kindmodell aus weichelastischem Kunststoff einbringbar ist, wobei die Gebärmutterhöhlung und das Kindmodell in Form,
- 15 Größe und Lage natürlichen Verhältnissen möglichst entsprechen. Erfindungsgemäß ist eine Sensoranordnung zum Detektieren von Kräften und Bewegungen und ein Simulationsprogramm mit Kraft- und Bewegungsfeedback vorgesehen. Wenn eine untersuchende Person mit den Händen auf den Mutterleibstorso drückt oder das Kindmodell direkt anfaßt oder mit einem medizinischen Instrument (z.B. Geburtenzange, Saugglocke) greift, werden die dabei eingeleiteten Kräfte gemessen. Dem Fachmann ist klar, daß gleichzeitig
- 20 auch die Richtung der Kräfte direkt oder indirekt bestimmbar sind. Die Meßaufnehmer der Sensoranordnung sind zwischen Kindmodell und dessen Befestigung, z.B. auf einem Tisch oder einer Basisplatte angeordnet.
- 25 Weiterhin ist eine Auswertevorrichtung mit integriertem Rechner vorgesehen. Darin ist ein Simulationsprogramm implementiert, das die von der Sensoranordnung bereitgestellten Meßsignale verwendet, um die resultierende theoretische (virtuelle) Kindsbewegung sowie die physiologischen Auswirkungen auf Mutter und Kind zu berechnen. Die theoretische Bewegung des Kindes entspricht dabei dem natürlichen Bewegungsverhalten in der
- 30 betreffenden medizinischen Situation. Eine mit der Auswertevorrichtung signaltechnisch verbundene grafische Anzeigevorrichtung sorgt schließlich dafür, daß die gemessenen Bedieneraktionen sowie die errechnete, virtuelle Bewegung des Kinds im Mutterleib in Echtzeit sichtbar gemacht werden. Bei der graphischen Anzeigevorrichtung kann es sich

5

24.05.00

um einen Monitor, einem Stereodatenhelm (Head-Mounted-Display) oder einem beliebig anderen Displaygerät handeln.

Ein mit der Auswertevorrichtung signaltechnisch verbundener Schallerzeuger ist zur Erzeugung von typischen Geräuschen vorgesehen, die bei der Untersuchung oder bei der Geburt auftreten können. Dabei können sowohl Gerätetöne als auch Laute von Mutter und Kind eingespielt werden. Die Geräusche können synthetisch erzeugt oder auch natürlichen Ursprungs sein, d.h. es handelt sich um Aufnahmen, die während einer adäquaten natürlichen Situation aufgezeichnet wurden. Durch diese Maßnahme wird für die auszubildende Person ein sehr wirklichkeitsnaher Eindruck erzeugt, wenn z. B. bei einer heftigen Wehentätigkeit zeitgleich ein Stöhnen der Gebärenden eingespielt wird.

Es sei angemerkt, dass sich in der Visualisierung das Kind bewegt, während das reale, berührbare Kindmodell in seiner Lage relativ zum Muttertorso starr bleibt. Durch diese Vereinfachung lässt sich der mechanische Aufbau einfacher und kostengünstiger umsetzen.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß eine Möglichkeit geschaffen wurde, unterschiedliche medizinische Situationen vor und während der Geburt an einem körperlichen Modell zu simulieren. Das Modell kann mit den Händen angefaßt werden, um z. B. zu empfinden, wie das Kind im Geburtskanal zu einem bestimmten Zeitpunkt positioniert ist. Die Effekte der Bedienerkräfte auf die Kindsbewegung und Physiologie von Mutter und Kind werden unmittelbar und interaktiv dem Bediener graphisch und akustisch mitgeteilt. Es ist ebenfalls möglich, den richtigen Einsatz von Instrumenten zu üben, wie z. B. die Verwendung einer Zange oder einer Saugglocke. Von besonderer Bedeutung ist die Möglichkeit, durch eine Programmänderung, d. h. „per Knopfdruck“ eine andere medizinische Situation einstellen zu können oder entsprechend des Zufallsprinzips unvorhergesehene Situationen anzubieten.

Nach Anspruch 2 zeigt die optische Displayvorrichtung auch Hinweise und Zusatzinformationen an, wie z. B. Hinweise über gefährliche Situationen, Zeitverläufe der berechneten physiologischen Größen von Mutter und Kind oder Bedienungshinweise, wie beispielsweise die Kraftgröße und -richtung, die nötig ist, um ein Kind per Geburtszange zur Welt zu bringen.

Nach Anspruch 3 sind die Schallerzeuger im Mutterleibstorso integriert. Damit können insbesondere die durch das Kind verursachten Geräusche sehr echt simuliert werden.

5 Nach Anspruch 4 wird ein Kindmodell bereitgestellt, das im Halsbereich und/oder im Bereich des Schädeldaches, das aus verformbaren Segmenten besteht, Weg- und/oder Kraft- und/oder Drucksensoren aufweist, die signaltechnisch mit der Auswertevorrichtung verbunden sind. Dieses instrumentierte Kindmodell ermöglicht bei der Anwendung mit einem Geburtensimulator nach Anspruch 1 bis 3, daß zusätzliche Informationen über Kraftein-
10 satz und Palpationsvorgänge gewonnen werden können, die den Lerneffekt verbessern. So können z.B. die Kraftverläufe aufgezeichnet werden, während eine ausgebildete Person am Geburtensimulator eine Geburt simuliert. Ebenso wird bei einer auszubildenden Person verfahren. Anschließend können die beiden Kraftverläufe verglichen und bewertet werden.

15

Bei einer Anwendung des Kindmodells mit einem Geburtensimulator nach Ansprüchen 1 bis 4 werden die Sensorinformationen der Auswertevorrichtung zugeführt, so daß damit mehr und genauere Kraft- und/oder Momenteninformationen zur Berechnung der Reaktionskräfte und der dazugehörigen Reaktionsbewegungen zur Verfügung stehen. Es sei
20 weiterhin erwähnt, daß bei Bedarf der Fachmann auch weitere Sensoren an geeigneten Stellen am Kind oder auch am Mutterleibstorso anordnen wird, wenn es zur Signalgewinnung bei der Umsetzung einer konkreten Bewegungssimulation erforderlich ist. So können z. B. auf dem Bauchbereich des Mutterleibstorso Drucksensoren angeordnet werden.

25 Die Erfindung wird nachfolgend an Hand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform des
30 Kindmodells der Erfindung.

Die Fig. 1 zeigt schematisch den Querschnitt eines Geburtensimulators in Form eines Bauchtorsos 1 einer Schwangeren mit einem Kindmodell 2. Der Bauchtorso 1 ist in einem Bereich 3 auf einer Unterlage, z. B. ein Tisch, fest angeordnet. Das Kindmodell 2 befindet

4

25

sich in einer Höhlung 4, welche die Gebärmutter simuliert. Der Bauchtorso 1 und das Kindmodell 2 sind aus einem weichelastischen Kunststoff ausgebildet. Das Kindmodell 2 ist über einen Sechskomponenten-Kraft-Momenten-Sensor 6 fest mit der Unterlage 3 verbunden.

5

Eine auszubildende Person 5 kann das Kindmodell 2 wie bei einer realen Geburt berühren und Kräfte einleiten. Die dabei auftretenden Kräfte und Momente werden von dem Kraft-Momenten-Sensor 6 erfaßt, in elektrische Signale umgewandelt und der Simulations- und Auswerteeinheit zugeführt. Die Meßdaten können zum einen gespeichert werden. Dies erlaubt die bei einer simulierten Geburt verfolgbaren Kraftverläufe mit gespeicherten Norm-Kraftverläufen eines erfahrenen Geburtshelfers zu vergleichen. Aus den Abweichungen zwischen den verfolgten Kraftverläufen und den gespeicherten Norm-Kraftverläufen können Rückschlüsse auf den Trainingserfolg der auszubildenden Person 5 gezogen werden.

15

Wenn eine Person 5 das Kindmodell 2 mit den Händen indirekt über die elastische Bauchdecke oder auch direkt mit der Hand oder einem medizinischen Instrument berührt, so wird aus den gemessenen Kräften und Momenten die theoretisch resultierende Bewegung berechnet. Das in der Simulations- und Auswertevorrichtung simulierte Kind 2 führt eine virtuelle Bewegung auf dem graphischen Display aus, welches einer realen Reaktionsbewegung eines natürlichen Kindes entspricht.

25

Das Simulationsprogramm für die Geburtssimulationsberechnung beinhaltet somit ein Computermode'll, welches die biomechanischen Beziehungen zwischen Becken, Gebärmutter, Bändern, Sehnen, Haut und Muskulatur der Mütter und dem Körper des Kindmodells enthält. Es beschreibt die statischen und dynamischen Zusammenhänge zwischen den auftretenden Kräften und Momenten, die eine Person, wie z. B. die auszubildende Hebamme, auf das Kindmodell aufbringt, und die Lagen und Bewegungen, die das Kind relativ zum Körper der Mutter einnimmt. Dadurch können aus den gemessenen Kräften und Momenten die resultierenden virtuellen Bewegungen des Kindmodells 2 berechnet werden.

30

Bei der Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 1 werden weiterhin aus den in der Geburtensimulation aufbereiteten Bewegungsinformationen in einer Bewegungsanimations-

rechnung die Bewegungen und Verformungen der anatomischen Komponenten, wie z. B. Becken, Gebärmutter, Bänder, Sehnen, Haut, Muskulatur der Mutter und des Kindes, ermittelt und in Echtzeit auf einem Monitor 7 visualisiert. Es können unterschiedliche Darstellungsarten gewählt werden, wie z. B. die gezeigte röntgenbildähnliche, kernspintomographische oder ultraschallbildartige Darstellung, wobei z. B. besonders gefährdete Abschnitte oder Verletzungen farbig hervorgehoben werden können. Gleichfalls ist es möglich, zwischen verschiedenen Darstellungsarten umzuschalten. Da die visuellen Informationen zeitgleich mit den haptischen Informationen der agierenden Person 5 übermittelt werden, entsteht für diese ein sehr realistischer Gesamteindruck. Auf dem Monitor können auch physiologische Größen und Zeitverlauf-Diagramme, Hinweise zur Durchführung der Geburtshilfe sowie Warnungen angezeigt werden. So kann beispielsweise die Kraftgröße und -richtung in Form eines 3D Pfeils dargestellt werden, die nötig sind, um ein Kind per Geburtenzange oder Sauglocke zur Welt zu bringen

Bei der Ausführungsform der Erfindung nach Fig. 1 werden zusätzlich aus den biomechanischen Gelenkberechnungen auch noch Schmerzgrenzwerte ermittelt, die bei Überschreitung einen Befehl zum Abspielen eines Soundsamples auslösen. Diese Soundsamples sind in einem Speicher abgelegt und werden nach Anforderung aufgerufen und über ein Stereolautsprechersystem 8 wiedergegeben. Es ist für die agierende Person 5 von nachhaltiger lernpsychologischer Wirkung, wenn z. B. bei einem falschen Handgriff ein Schmerzenslaut ertönt, die Herztöne des Kindes oder der Mutter hörbar sind, oder wenn das Kindmodell nach erfolgreicher Geburt wie ein natürliches Kind schreit.

Durch die graphische Darstellung der resultierenden Kindsbewegung hat die agierende Person 5 den subjektiven Eindruck einer realen Reaktion. Durch entsprechende Parameterwahl in der Geburtssimulationsberechnung lassen sich nicht nur normale Geburtsvorgänge oder Kindsbewegungen simulieren, sondern auch seltene Situationen und Problemfälle darstellen und anschaulich vermitteln.

Die Fig. 2 zeigt ein Kindmodell 2, dessen Kopf über einen Kraft- und Drehmomentensensor 9 mit dem Rumpf verbunden ist. Bei der Geburtssimulation ist es besonders wichtig, Handgriffe am Kopf des Kindmodells 2 zu üben. Dabei wird der Hals des Kindes besonders beansprucht. Die Schädeldecke des Kindes ist mit weiteren Kraftmesssensoren 10 ausgestattet, um auch im Bereich der Schädeldecke räumlich selektive Krafteinleitungen,

24.10.03

z.B. während des Palpierens, eindeutig detektieren zu können. Es ist daher bei der Überwachung einer simulierten Geburt von besonderer Bedeutung, die Kopfgrieffe zu kontrollieren, was mit dieser Ausführungsform eines Kindmodells möglich ist. Für die Übertragung der elektrischen Meßsignale stehen dem Fachmann drahtgebundene sowie drahtlose Übertragungsverfahren zur Verfügung.

Nachfolgend werden weitergehende Hinweise zur Realisierung des biomechanische Modells gegeben.

Zur Umsetzung der Erfindung muß das zu Grunde liegende biomechanische Modell entwickelt werden. Im biomechanischen Modell wird der Zusammenhang zwischen den von außen (Bediener) auf das Kind eingeprägten Lasten, d.h. Kräfte und Momente (Ursache) und der zugrundeliegenden Bewegung oder Position (Wirkung) dargestellt.

Im folgenden wird ein Modellierungsbeispiel skizziert: Das Kind besitzt eine bestimmte anatomisch bedingte Form/Geometrie, die im einfachsten Fall als starr und steif betrachtet werden kann. Sinnvoll ist aber die Annahme, dass sich die Form des Kindes bei Kräften, die vom Bediener oder durch den Kontakt mit Abschnitten des Mutterleibs auf das Kind ausgeübt werden, passiv viskoelastisch verformt. Ebenso besitzt der Mutterleib, bestehend aus Gebärmutter, Bauch, Geburtskanal, Becken usw. bestimmte geometrische und viskoelastische Eigenschaften. Wird nun vom Bediener eine Kraft und/oder ein Moment auf das Kind ausgeübt, so übertragen sich diese Lasten über das Kind an die Kontaktstellen Kind-Mutter (z.B. in der Gebärmutter oder im Geburtskanal). An diesen Stellen kommt es zu verformungs- und reibungsbedingten Relativbewegungen. Je nachdem wie nun die geometrischen und viskoelastischen Eigenschaften der simulierten kindlichen und mütterlichen Körperabschnitte gestaltet sind, kommt es zu mehr oder weniger deutlichen Bewegungen (deutlich heißt hier: schnell oder in merklichem Ausmaß). Die Position des Kindes kann also durch das Aufbringen von Lasten von außen (über Vagina oder Bauchdecke) beeinflusst werden. Dabei ist anzumerken, dass sich das Kind auch ohne Zutun von außen – allein durch die Kontraktion der Gebärmutter in der Realität - aus dem Mutterleib bewegen kann, sofern keine größeren mechanischen oder muskulären Widerstände auftreten. Wenn jedoch eine simulierte Verengung des Geburtskanals vorliegt, oder der Schädel des Kindes durch eine ungünstige Schräglage im Geburtskanal „verkantet“, so muss der Bediener die Kräfte und Momente so einleiten, dass er entweder die „austreibenden Kräfte“ erhöht (z.B. durch Abwärtsdrücken auf der Bauchdecke der Mutter) oder die Verkantung

TU

-8-

durch Einleitung einer Drehkraft am Kindskopf beseitigt (indem er von außen in den Geburtskanal greift).

Das biomechanische Modell muss nicht notwendigerweise alle anatomischen Komponenten und Formen explizit beinhalten. Es reicht eine gewisse „abstrahierte“ Darstellung der mathematischen Zusammenhänge zwischen eingprägten Kräften und resultierenden Bewegungen. D.h. eine mathematische Funktion beschreibt welche Position, Orientierung und Geschwindigkeit sich ergibt, wenn eine Kraft und ein Moment an einer bestimmten Stelle am Kind in eine bestimmte Richtung wirkt. Dabei ist die Multidimensionalität des Problems zu beachten. D.h. die eingeleiteten Kräfte und Momente wirken in 3D Richtungen und können an beliebiger Stelle der Oberfläche des Kindes angreifen. Die resultierenden Positionen, Orientierungen und Geschwindigkeiten sind ebenso in 3D anzugeben. Die Beziehung zwischen Kraft/Moment und Lage/Bewegung hängt zudem noch von der momentanen Position des Kindes in der Gebärmutter bzw. im Geburtskanal ab. Diese mathematischen Beziehungen können auf der Basis linearer oder nicht-linearer algebraischer Gleichungen leicht hingeschrieben werden. Schwierig ist jedoch die korrekte Parametrisierung. Die Wahl der Parameter bestimmt wie realitätsnah der normale oder pathologische Geburtsvorgang simuliert werden kann. Die Parameter können auf der Basis theoretischer Überlegungen abgeschätzt oder experimentell/messtechnisch gewonnen werden.

20

Nachfolgend werden weitergehende Hinweise zur Realisierung des grafischen Displays gegeben:

Mit einem Monitor werden interne anatomische Komponenten, wie Beckenknochen, Gebärmutter, Plazenta, Muttermund, Blutgefäße sowie das Kind visualisiert. Optional kann der Monitor zusammen mit einer Schutterbrille auch im Stereomodus betrieben werden oder ein Stereodatenhelm verwendet werden. Die Bewegungsanimation erfolgt synchron mit der Einleitung der Kräfte im Kunststoffphantom. Die Visualisierung erfolgt auf der Basis segmentierter und 3D-rekonstruierter CT-, MRT- und Ultraschall-Aufnahmen. Die rekonstruierte anatomische Darstellung stellt eine Zusatzinformation dar, die bei der medizinischen Ausbildung einen didaktisch hohen Stellenwert besitzt, bei einer realen Geburt jedoch nicht ersichtlich gemacht werden kann. In der klinischen Routine werden allerhöchstens Ultraschalltechniken zur Beobachtung und Beurteilung der Geburt verwendet. Solche Ultraschallaufnahmen können in der Bewegungsanimation simuliert werden (auf der Basis von zusammengesetzten Einzelbildern, die synchron mit der Geburt ablaufen)

- W
- In der grafischen Animation werden bewegungssynchrone Lageänderungen der Körpersegmente, Verlaufsänderungen von Blutgefäßen oder der Nabelschnur, sowie Verformungen von Muskeln, Gebärmutter, Plazenta usw. berücksichtigt. Eine Visualisierung solcher Bewegungsvorgänge ist durch so genannte „kinematische CT und MRT Aufnahmen“ möglich. Hierbei handelt es sich aber nur um eine cinematographische Technik, die keine interaktive Bedienung in mehr als einem Freiheitsgrad zulässt und daher für eine Anwendung im VR-Bereich nur begrenzt geeignet ist. Eine Alternative stellt eine modellbasierte Animation dar. Darin werden alle Komponenten in ihren relevanten geometrischen und viskoelastischen Eigenschaften und ihrem mechanischen Zusammenspiel modelliert. Für eine realitätsnahe Simulation sind aber FE-Rechnungen und komplexe Mehrkörper-Kontaktmodelle notwendig, die den simulationstechnischen Aufwand aufblähen und so die Echtzeitfähigkeit gefährden können.
- Empfohlen wird daher ein kombiniertes Verfahren, bei dem Bilddaten ebenso wie anatomische Modellbetrachtungen zum Einsatz kommen. Der Ansatz besteht darin Geometriedaten, die aus zahlreichen diskreten Geburtsmomenten rekonstruiert werden, so zu inter- und extrapolieren, dass jede beliebige Kindsposition in jedem wichtigen Freiheitsgrad dargestellt werden kann. Die Inter- und Extrapolationen können dabei modellunterstützt erfolgen, indem beispielsweise die Volumenerhaltung oder Längenkonstanz bestimmter Körperabschnitte berücksichtigt werden. Da dies mit verhältnismäßig geringem Rechenaufwand funktioniert, können echtzeitfähige und glatte Bewegungsabläufe in jeder beliebigen Richtung erzielt werden.
- Verstärkt wird der Lernerfolg auch dadurch, dass die in der Simulation berechneten physiologischen Parameter von Mutter und Kind (z.B. Wehentätigkeit und Blutdruck der Mutter, Puls des Kindes beispielsweise in Form simulierter Ausgaben von Cardio-Tokographenkurven) als Zeitverläufe angezeigt werden.
- Nachfolgend werden weitergehende Hinweise zur Realisierung des akustischen Displays gegeben:
- Bei der Geburt treten eine Reihe verschiedener akustischer Signale auf, die von Lautsprechern erzeugt werden. Dazu zählen Schmerzschreie der Mutter, Geräusche beim Austritt des Kindes, akustische dargestellte Signale, wie z.B. Wehentätigkeit der Mutter und EKG

des Kindes. Die Lautsprecher können in der Nähe der künstlichen Körperabschnitte platziert oder in die Körperabschnitte so eingebaut werden, dass sie von außen nicht sichtbar sind.

- 5 Die Geburtsgeräusche können an mehreren Probandinnen während der Geburt aufgenommen werden. Zur Darstellung der Geräusche müssen Modelle gefunden werden, die die Art des Geräusches mit der zugrundeliegenden Situation und der ausgeführten Bewegungsaktionen des Bedieners in Zusammenhang bringen. Auf der Basis der Erfahrung zahlreicher Gynäkologen können diese Zusammenhänge zunächst mit Hilfe von linguistischen Variablen qualitativ beschrieben werden. Mit der Methode der Fuzzy-Logik können dann aus den linguistischen Angaben quantitative Zusammenhänge hergeleitet werden.
- 10

Ansprüche

5

1. Geburtensimulator mit nachfolgenden Merkmalen:

10

- einem Mutterleibstorso (1) aus flexiblem Material, fest mit einem Untergrund (3) verbunden,

- einem Kindmodell (2) aus flexiblem Material, das in dem Mutterleibstorso (1) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die natürlichen Form- und Größenverhältnisse und Haptik eingehalten werden, **dadurch gekennzeichnet, daß**

15

- das Kindmodell (2) über eine Kraft-Momenten-Sensoranordnung (6) mit dem Untergrund (3) starr verbunden ist, wobei die Sensoranordnung dazu dient Kräfte und Momente, die eine untersuchende Person (5) mit den Händen oder mit medizinischen Instrumenten auf den Mutterleibstorso (1) oder auf das Kindmodell (2) aufbringt, zu detektieren,

20

- eine programmierbare, einen Rechner aufweisende Auswertevorrichtung vorgesehen ist, wobei die Auswertevorrichtung so ausgebildet ist, daß die von der Sensoranordnung bereitgestellten Meßsignale dem Rechner zugeführt werden, in welchem ein Simulationsprogramm abgelegt ist, welches bei Krafteinwirkung durch indirekte Berührung über den Mutterleibstorso (1) oder durch direkte Berührung des Kindmodells (2) die adäquate Reaktionsbewegungen des Kindes berechnet, die dem natürlichen Bewegungsverhalten eines Kindes im Mutterleib bei der betreffenden Untersuchung oder bei dem betreffenden Geburtsabschnitt entsprechen,

25

- eine mit der Auswertevorrichtung signaltechnisch verbundene optische Displayvorrichtung (7) vorgesehen ist, die in Echtzeit die Kindsbewegungen bei der Untersuchung oder bei der Geburt zeigt,

30

- ein mit der Auswertevorrichtung signaltechnisch verbundener Schallerzeuger (8) zur Erzeugung von typischen Geräuschen vorgesehen ist, die bei der realen Untersuchung oder bei der natürlichen Geburt durch Mutter, Kind oder medizinische Geräte auftreten können.

2. Geburtensimulator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optische Displayvorrichtung Bedienungshinweise, simulierte physiologische Werte, Geräteoutputs und Warnhinweise anzeigt.

3. Geburtensimulator nach den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schallerzeuger (8) im Mutterleibstorso (1) integriert sind.

5 4. Kindmodell, vorzugsweise für einen Geburtensimulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an dem Kindmodell (2) im Halsbereich und/oder im Bereich des Schädeldaches, das aus verformbaren Segmenten besteht, Kraft- und/oder Drucksensoren (9, 10) angeordnet sind, die signaltechnisch mit der Auswertevorrichtung verbunden sind.

10

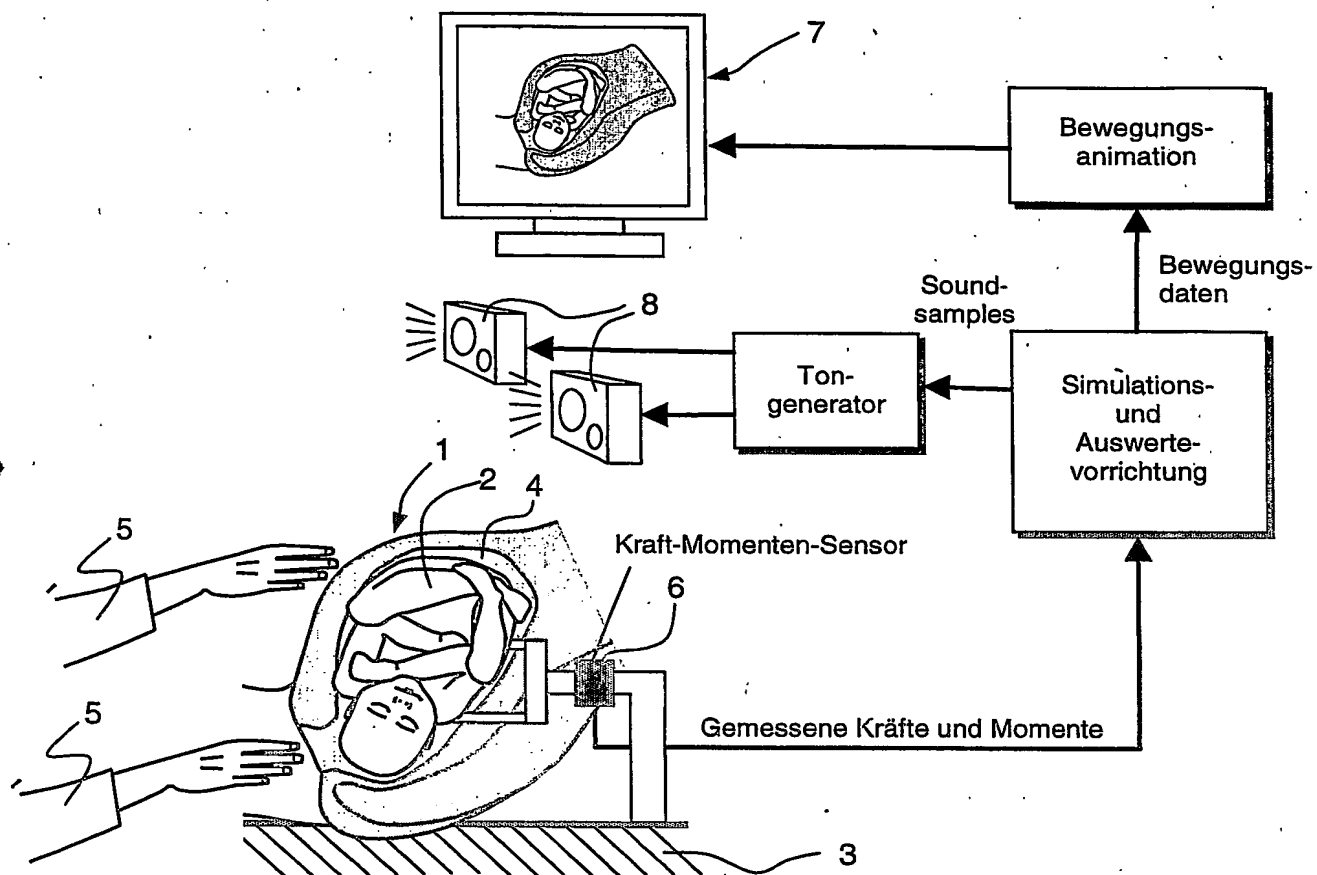


Fig. 1

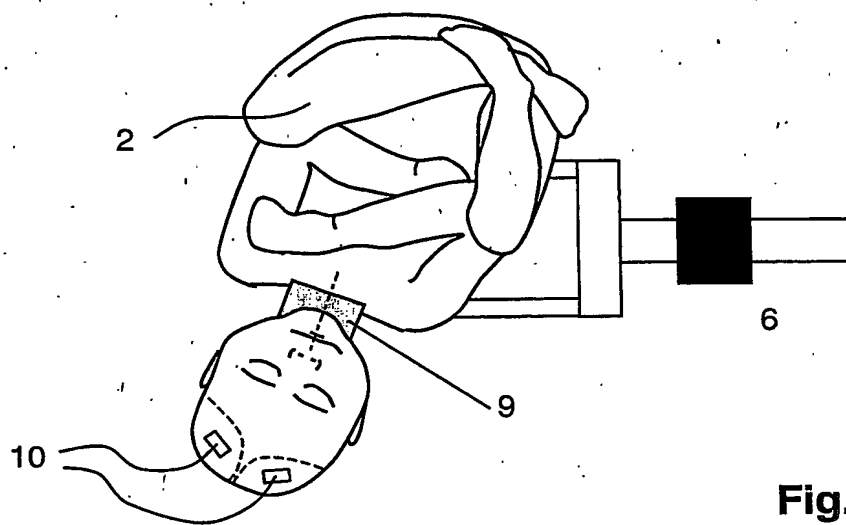


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.